



Interface de communication instrumentale : clavier rétroactif modulaire

Claude Cadoz

► To cite this version:

Claude Cadoz. Interface de communication instrumentale : clavier rétroactif modulaire. INFORMATIQUE'92, Mar 1992, Montpellier, France. pp.43-47. hal-00910473

HAL Id: hal-00910473

<https://hal.science/hal-00910473>

Submitted on 27 Oct 2015

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

INTERFACE DE COMMUNICATION INSTRUMENTALE : CLAVIER RETROACTIF MODULAIRE

Claude Cadoz

LIFIA / IMAG / ACROE
Grenoble, France

Le **CLAVIER RETROACTIF MODULAIRE** que nous présentons ici, conçu et construit à l'ACROE, a été présenté publiquement pour la première fois le 17 Octobre 1988 à Grenoble (France). Il fait l'objet d'un brevet international concernant son principe de modularité ainsi que la technologie du moteur spécialement mis au point pour l'obtention de ses performances.

Il est le prototype d'un dispositif général dont la conception est l'aboutissement de 12 années d'étude sur la *relation instrumentale* dans le cadre de la création musicale et de l'animation d'images à l'aide de l'ordinateur.

Il s'agit en premier lieu d'un organe de contrôle gestuel **RETROACTIF**, c'est-à-dire effectuant non pas un simple retour tactile, mais un retour d'effort véritable au niveau des doigts. Il permet alors une synthèse intégrale des objets physiques en associant aux sons et aux images, la perception du poids, de la rigidité, de la consistance des objets etc.

C'est également un système **MODULAIRE** : Sa morphologie mécanique nominale est celle d'un clavier de piano, mais elle est facilement modifiable pour permettre d'autres formes de manipulations gestuelles.

RETROACTIF

Synthèse du toucher et de la perception tactilo-kinesthésique, simulation de l'instrument, relation instrumentale.

Dès 1976, dans le cadre d'un programme de recherche sur l'application de l'informatique à la synthèse musicale et à la synthèse d'images animées, l'ACROE a introduit le principe de la "rétroaction gestuelle" dans la communication homme/machine. Un premier dispositif expérimental a été alors réalisé (Claude CADOZ et Jean-Loup FLORENS - 1978, Jean-Loup FLORENS - 1978) permettant une "synthèse du toucher" et du comportement mécanique des objets physiques tels que des objets vibrants (sonores) ou mobiles et déformables, cohérente avec celle du son et de l'image.

Nous y avons attaché le concept de *Transducteur Gestuel Rétroactif* (T.G.R.).

Il ne s'agissait pas toutefois de proposer simplement une meilleure ergonomie du contrôle gestuel de la synthèse sonore, mais plus fondamentalement une vision nouvelle de la synthèse musicale et de l'utilisation de l'ordinateur pour la création artistique : considérant l'importance de la relation instrumentale dans l'apprentissage et dans le processus même de la création, il s'agissait en quelque sorte de préconiser une synthèse non plus seulement du son ou de l'image, mais de l'objet qui les produit : l'instrument. Ce terme recouvre alors un concept plus large que l'instrument de musique traditionnel, mais il se réfère dans celui-ci, à

La relation gestuelle typiquement instrumentale est typiquement bi-directionnelle, c'est-à-dire émettrice (nos gestes "informent" l'instrument), mais également réceptrice : dans le temps même du geste instrumental, existe, de manière indissociable une perception, tacilo-proprio-kinesthésique, qui nous informe sur la nature de l'objet vibrant, sa manière de se comporter, les possibilités de le manipuler, voir même la nature et des subtilités du phénomène sonore.

Le geste instrumental est, dans de nombreux cas la meilleure façon de communiquer l'information de commande du son. De plus, comme dans la situation instrumentale naturelle, ce n'est que par l'intervention dans la boucle de contrôle sensoriel, du toucher et de la perception kinesthésique, que certaines performances très précises, très fines peuvent être atteintes.

Le transducteur gestuel, c'est-à-dire le dispositif qui réalise la relation entre l'espace des phénomènes gestuels et celui des phénomènes numériques interne à l'ordinateur, a une fonction toute particulière à jouer puisque :

1. Il doit permettre au geste instrumental de s'exercer véritablement : le geste instrumental s'exerce par définition sur un objet physique qui a des possibilités de déplacement, de déformation typiques et déterminées.
2. Il doit capter sans réduction les informations caractéristiques du geste.
3. Il doit enfin opposer à l'instrumentiste une résistance mécanique caractéristique et fonction de la nature du processus générateur simulé. Cette troisième fonction, fondamentale pour la finesse du contrôle, est ce que nous appelons ici la RETROACTION.

Ainsi, un dispositif permettant, en plus des actions de contrôle habituelles, en temps-différé ou en temps-réel, un jeu véritablement instrumental, *doit comporter des organes moteurs, qui sont en fait les "émetteurs" du phénomène physique responsable de la perception tactile et kinesthésique.*

Il est évident que de tels moteurs doivent avoir des performances très spéciales puisque ils doivent "répondre" très vite et avec précision (dans certains cas, la bande passante des phénomènes mécaniques en cause dans le geste peut aller jusqu'à 700 ou 800 Hz), avoir une puissance non négligeable (jusqu'à plusieurs dizaines de KgF en impulsion pour simuler des obstacles rigides), et de plus, se présenter sous un encombrement très réduit.

Les moteurs électriques classiques ne présentent pas simultanément ces trois caractéristiques. C'est la raison pour laquelle nous avons étudié un moteur spécial, capable de fournir une puissance suffisante pour un encombrement compatible avec celui d'une touche de piano traditionnel.

MODULAIRE

Un transducteur pour le canal gestuel aussi général que le haut parleur l'est pour le canal acoustique, n'est pas envisageable, du moins dans l'état actuel de la technologie. Les difficultés techniques sont d'une autre nature, renforcées par la bi-directionnalité.

De fait, le dispositif d'interface instrumentale ne peut se présenter que comme un *système de dispositifs* différents et complémentaires.

Dans celui-ci, le clavier doit pouvoir figurer parce qu'il répond à une situation ergonomique très pertinente, mais aussi parce que, existant sous cette forme depuis des siècles, il est un lien fondamental avec le patrimoine musical.

Il est important, cependant, tout en garantissant ce lien, d'ouvrir également l'éventail des possibilités aux autres catégories de geste instrumental, ainsi que de permettre d'en expérimenter de nouvelles, dans d'autres domaines que la musique.

C'est pourquoi, après le second système expérimental réalisé en 1981 nous avons immédiatement cherché quel dispositif pourrait offrir les possibilités du clavier traditionnel tout en permettant une relative variété de situations instrumentales différentes ou nouvelles.

C'est alors que nous avons conçu ce Clavier Rétroactif MODULAIRE.

La modularité a deux aspects :

Elle permet une liberté de choix du nombre de "touches" (en fait du nombre de degrés de liberté), et une certaine liberté de choix de la "morphologie".

Ce que nous appelons la "morphologie" est ce qui caractérise la forme extérieure, les trajectoires, les contraintes spatiales et géométriques de l'organe physique manipulé et détermine les types de préhension ou de contact ainsi que les types de gestes possibles.

Description du CLAVIER RETROACTIF MODULAIRE

Le dispositif complet est construit à partir de deux composants de base :

- le module Capteur / Moteur,
- l'"habillage"

qui permettent respectivement la prise en compte des deux types de modularité.

Le module Capteur / Moteur

Il réalise, comme son nom l'indique, les deux fonctions, intégrées dans un même organe. Mais, peut-on dire, son rôle est précisément de ne remplir que ces deux fonctions, c'est-à-dire, selon des caractéristiques de bases bien définies :

- mesurer un déplacement selon un degré de liberté, et en donner une image électrique,
- produire une force proportionnelle à une consigne de commande, dans une plage de déplacement donnée selon ce même degré de liberté.

Sa propriété la plus remarquable est sa géométrie.

Afin de répondre à la première contrainte d'encombrement - disposer d'une puissance motrice suffisante sans dépasser en épaisseur celle du mécanisme d'une touche de piano traditionnel (13.75 mm) - il a fallu concevoir une technologie spéciale que nous appelons "*moteur en tranche*" (objet du brevet).

Le MOTEUR EN TRANCHE

Le principe consiste à créer un circuit (ici rectiligne) de polarisation magnétique unique pour tous les modules moteurs, indépendants, susceptibles de se combiner dans un seul système.

Le système une fois constitué est alors composé d'une alternance d'aimants de polarisation et de bobines plates mobiles (fig. 1). Chaque ajout d'un module à l'ensemble se fait alors en ajoutant une "tranche" mécaniquement autonome, constituée d'une paire aimant-bobine, et en fermant le circuit magnétique par un "module de fermeture". La modularité est garantie par le fait que les forces produites par les bobines sont totalement indépendantes les unes des autres, et la puissance est obtenue grâce à la combinaison des champs magnétiques de chaque module.

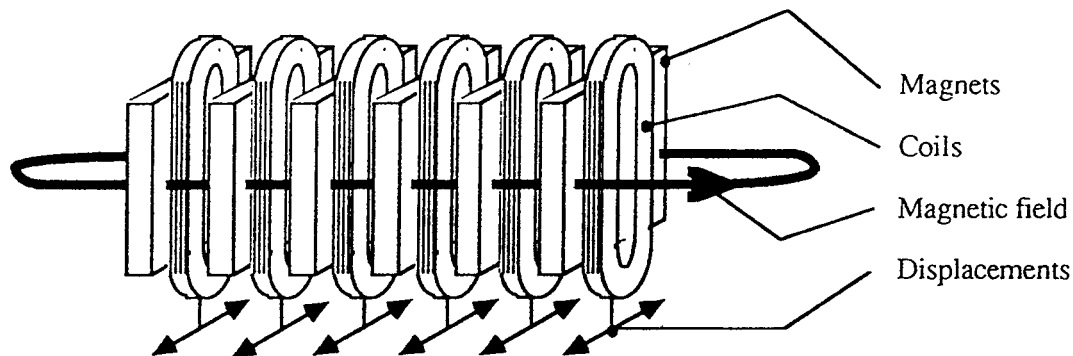


figure 1. *Moteur en tranche*

L'"habillage"

Ce qui détermine la morphologie effective du dispositif est l'association d'un certain nombre de modules Capteur / Moteur et l'"habillage" que l'on confère à l'ensemble.

Cet habillage consiste en un dispositif mécanique très simple et robuste, choisi parmi une "palette" de possibilités diverses, monté sur le banc de Capteurs / Moteurs.

Nous illustrons ici ce principe d'habillage interchangeable par quelques exemples (non exhaustifs) :

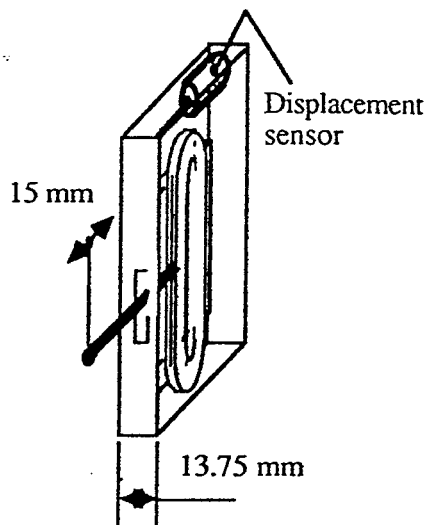


figure 2. *Le module Capteur / Moteur*

Habillage clavier traditionnel :

Des bras de touches (qui peuvent d'ailleurs être montés en permanence sur le module de b permettent de recevoir différents plateaux correspondant aux diverses touches noires et blanc d'un clavier traditionnel. La position des touches noires et des touches blanches peut ainsi respectée, mais peut aussi être complètement arbitraire. La hauteur au repos des touches ne par rapport aux touches blanches peut être déterminée par programmation.

Habillage "Joy-stick 1D" :

Un simple "stick" peut être mécaniquement encliqueté à la place d'un des plateaux précédé permettant alors une manipulation d'une autre nature, avec "saisie et conduite" au lieu d percussion.

Habillage "Joy-stick 2D ou 3D" :

Un bras de transmission mécaniquement connecté de la même façon que précédemment, ma deux modules (voir figure3) permet de combiner deux degrés de liberté. Un complément i dispositif permet d'obtenir les trois degrés si nécessaire.

Ainsi, peut-on voir que la modularité porte sur la possibilité de combiner les degrés de lib pour constituer un ou plusieurs ensembles uni ou multidimensionnels.

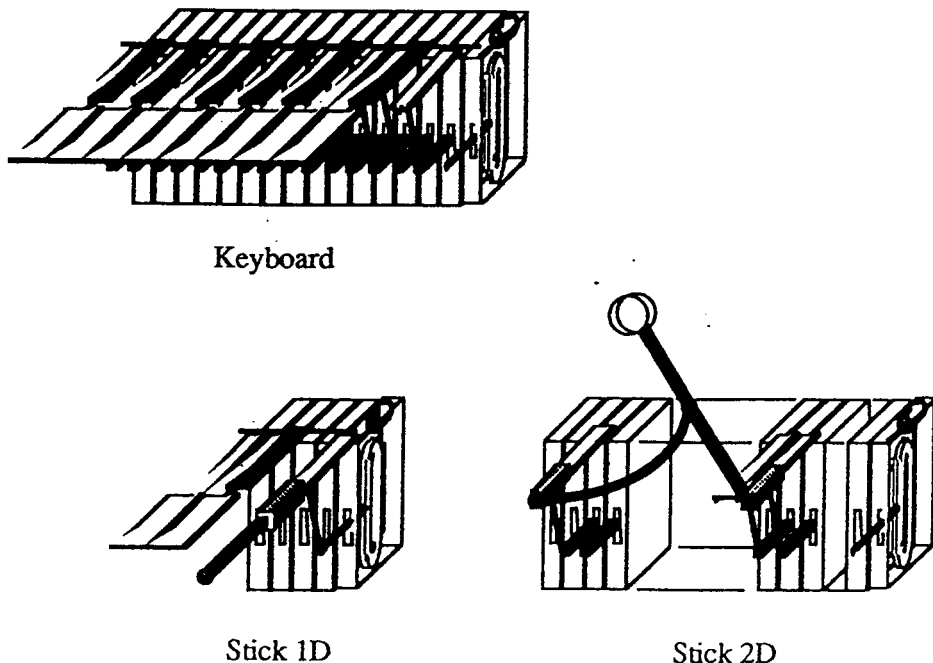


figure 3.

Nous avons, depuis le début de nos travaux, développé un certain nombre de systèmes et d'expérimentations. Le dispositif que nous venons de présenter est actuellement utilisé au laboratoire de l'ACROE pour des expériences en synthèse musicale et en synthèse d'images animées. Il s'avère alors que l'introduction du retour d'effort (en particulier dans le contexte de la synthèse à partir des modèles physiques), maintenant qu'il peut atteindre ce degré de performance, n'est pas simplement un "mieux" dans la précision et la richesse du contrôle, mais véritablement une nouvelle dimension dans la réalisation du rapport Homme / Machine.

Dans le cas de la création artistique, musicale, graphique, il est évident que cette question est fondamentale et d'avenir.

Le concept de communication instrumentale introduit à propos de la manipulation des instruments de musique ou des marionnettes et objets animés de l'animateur a alors trouvé une extension opératoire dans bien d'autres domaines. Nous travaillons actuellement au développement de systèmes gestuels à retour d'effort et de logiciels de modélisation et de simulation des objets physiques pour des applications dans les domaines de la robotique et plus particulièrement dans la simulation, la commande et la télémanipulation d'engins spatiaux. Le présent dispositif sert actuellement également dans des expériences de télémanipulation et de robotique spatiale au laboratoire de l'ACROE.

BIBLIOGRAPHIE

Claude CADOZ et Jean-Loup FLORENS - 1978 -

"Fondements d'une démarche de recherche en informatique musicale."

Revue d'Acoustique N°45.

Jean-Loup FLORENS - 1978 -

"Coupleur Gestuel Rétroactif pour la commande et le contrôle de sons synthétisés en temps-réel."

Thèse de 3ième cycle, INPG Grenoble

Claude CADOZ, Jean-Loup FLORENS, Annie LUCIANI - 1981 -

"Synthèse musicale par simulation des mécanismes instrumentaux. Transducteurs Gestuels Rétroactifs pour l'étude du jeu instrumental."

Revue d'Acoustique N°59, pp. 279-292.

Claude CADOZ, Jean-Loup FLORENS, Annie LUCIANI - 1984 -

"Responsive Input Devices and sound synthesis by simulation of instrumental mechanisms : the CORDIS system."

Computer Music Journal, 8 N°3, pp. 60-73.

Brevet INPI - n° 88 14064

Déposé le 13 Octobre 1988

titre : Clavier Retroactif modulaire et actionneur modulaire extra - plat

Inventeurs : C. CADOZ - L. LISOWSKI - J.L. FLORENS